

УДК 504.61 (477.8)

**Ю. Г. МАСІКЕВИЧ**, д-р біол.наук, проф.  
Буковинський державний медичний університет,  
Чернівецький факультет Національного технічного університету «ХПІ»,  
[yumasik@meta.ua](mailto:yumasik@meta.ua)

**А. Ю. МАСІКЕВИЧ**, канд.техн.наук, доц.  
Чернівецький факультет Національного технічного університету «ХПІ»,  
[ecolawkhpi@meta.ua](mailto:ecolawkhpi@meta.ua)

### **ГІГІЄНІЧНА ЯКІСТЬ ВОДИ В РІЧКАХ БУКОВИНСЬКИХ КАРПАТ ЯК ПОКАЗНИК ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РЕГІОНУ**

Досліджено показники гігієнічної якості води басейну ріки Білий Черемош, одного з лісогосподарських районів Буковинських Карпат. Отримані результати свідчать про зростання величини показників БСК від витоків і до гирла р. Білий Черемош. Вниз за течією ріки має місце забруднення річкових вод змивами органічної природи з прибережної та водоохоронної зони, які розкладаються з використанням розчиненого у воді кисню. Зазначена тенденція істотно посилюється в період переходу від зимово-весняного до літнього сезону. Обговорюється практичний підхід підвищення рівня екологічної безпеки гірських екосистем шляхом утилізації відходів деревини.

**Ключові слова:** гігієнічна якість водних ресурсів, лісогосподарський регіон, гірська екосистема, екологічна безпека

**Масикевич Ю. Г., Масикевич А. Ю. ГИГИЕНИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ВОДЫ В РЕЧКАХ БУКОВИНСКИХ КАРПАТ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА**  
Исследованы показатели гигиенического качества воды реки Белый Черемош, одного из лесохозяйственных районов Буковинских Карпат. Полученные результаты свидетельствуют о росте величины показателей БПК от истоков и до устья р. Белый Черемош. Вниз по течению реки имеет место загрязнение

---

© Масікевич Ю. Г., Масікевич А. Ю., 2014

речных вод смывами органической природы с прибрежной и водоохранной зоны, разлагающиеся с использованием растворенного в воде кислорода. Указанная тенденция существенно усиливается в период перехода от зимне-весеннего к летнему сезону. Обсуждается практический подход повышения уровня экологической безопасности горных экосистем путем утилизации отходов древесины.

**Ключевые слова:** гигиеническое качество водных ресурсов, лесохозяйственный регион, горная экосистема, экологическая безопасность

**Masikevych Yu. G., Masikevych A. Yu. HYGIENIC QUALITY OF WATER IN RIVERS BUKOVINA CARPATHIANS AS AN INDICATOR OF REGIONAL ECOLOGICAL SAFETY**

Investigated indicators of hygienic quality of the water basin White Cheremosh one of the forest areas of Bukovina Carpathians. The results indicate an increase in the value of BOD from the beginnings up to the mouth of the. White Cheremosh. Downstream there is pollution of river water washings of the organic nature of the coastal and water protection zone, decaying with dissolved oxygen. This trend is significantly enhanced during the transition from winter-spring to summer season. We discuss practical approach improving the environmental safety of mountain ecosystems through waste disposal timber.

**Key words:** hygienic quality of water resources, forestry region, mountainous ecosystem, ecological safety

**Вступ**

На сьогоднішній день екологічна безпека, розглядається як такий стан навколишнього середовища, коли гарантується запобігання погіршення екологічної ситуації та здоров'я людини [5]. Стан водних ресурсів Карпатського регіону виступає важливим елементом, що характеризує рівень екологічної безпеки регіону. Слід зазначити, що водні ресурси, які формуються в межах України, надзвичайно обмежені, їхній обсяг складає 52 км<sup>3</sup>/рік, при цьому в 61% основних рік України вода оцінюється як «сильно забруднена», і тільки 3% рік мають воду задовільної чистоти [2].

Значний вплив на стан водного басейну Карпат має лісогосподарська діяльність в даному регіоні. Понад 17 % енергетичного потенціалу біомаси України займає деревна біомаса (понад 6 млн. м<sup>3</sup>), тобто відходи деревини, які утворюються в процесі її технологічної обробки, починаючи від лісозаготівельних робіт і до виробництва кінцевого продукту [11]. Що стосується Буковини, то лісовими насадженнями Чернівецької області накопичено 44,3 млн. т фітомаси, що становить 5,07 % від енергетичного потенціалу лісів України. При цьо-

му на долю відходів припадає близько 21 % від запасу ділової деревини [8]. Відходи деревини при заготівлі, обробці, сплаві лісових матеріалів (кора, тирса, тріска, колоди, хмиз та ін.) є одним із найбільш розповсюджених забруднювачів природних водойм [12]. Невикористана деревна біомаса створює значну небезпеку для природного середовища. Нагромадження завислих органічних речовин, особливо тирси, в природних водоймах призводить до гниття, що супроводжується змінами в окисних процесах, внаслідок яких зменшується вміст у воді кисню, збільшується біохімічна потреба в ньому, погіршуються органолептичні показники води, і як наслідок порушується цілісність природної екосистеми та її екологічна безпека. Для гірського лісогосподарського району ця особливість набуває особливо вагомого значення.

**Мета досліджень** є порівняння гігієнічних показників якості води р. Білий Черемош та її приток, що визначають екологічно-збалансований розвиток та екологічну безпеку гірського лісогосподарського регіону Буковинських Карпат.

**Методи досліджень**

*Біохімічне споживання кисню* визначали титриметричним методом (Методы определения биохимического потребления кислорода. Методические указания МЗ СССР No 4055–85. Метод титриметрический).

*Розчинений кисень* визначали за методом Вінклера (Методы исследования качества воды водоемов. Йодометрическое определение растворенного кислорода по Винклеру. Метод титриметрический).

*Хімічне споживання кисню* визначали прискореним методом визначення біхроматної окислюваності (Ускоренный метод определения бихроматной окисляемости – ХПК. Метод титриметрический).

*Визначення завислих речовин* проводили шляхом зважування фільтрувального паперу через який пропускали не менше 0,5 л ретельно перемішаної досліджуваної води. Фільтр підсушували у відкритих бюксах

в сушильній при 105 °С до досягнення постійної маси. Вміст завислих речовин (мг/л) розраховували за формулою:

$$X = \frac{(M_1 - M_2) \cdot 100}{V}$$

де,  $M_1$  – маса бюкса з фільтром з висушеним осадом (мг);  $M_2$  – маса бюкса з

чистим висушеним фільтром (мг),  $V$  – об'єм проби, взятої для аналізу (мл).

Визначення рН водного середовища, концентрації хлоридів та нітритів проводили стандартними методами описаними в роботах [6, 10]. Результати досліджень опрацьовані статистично [1].

### Результати досліджень

Проведені нами експедиційно-маршрутні обстеження ріки Білий Черемош впродовж 2010-2013 років дали змогу виявити значні нагромадження відходів деревини, зокрема тирси, в прибережній смузі в районі населених пунктів Яблуниця, Черемошна, Довгопілля. Зазначені тирсозвалища є основною причиною підвищення відсотку завислих речовин у басейні р. Білий Черемош від витоків і до гирла - місця злиття із Чорним Черемошом в районі с. Устеріки (таблиця). На це вказує проведений нами ваговий та мікроскопічний аналіз завислих речовин.

Процеси хімічного окислення та розкладу тирси відбуваються за присутності ки-

сню. Саме тому в подальшому проведено порівняльний аналіз таких показників, як вміст розчиненого кисню, біохімічне споживання кисню (БСК) та хімічне споживання кисню (ХСК). БСК – це та кількість кисню (в міліграмах), що необхідна для біохімічного окислення органічних речовин, які містяться у 1 дм<sup>3</sup> води за температури 20 °С.

За нормативними показниками вміст БСК у воді річок повинен бути більше 3 мг/дм<sup>3</sup>. Чим більше забруднена вода річок органічними речовинами, тим більше її БСК.

Отримані результати свідчать про зростання величини показників БСК від витоків і до гирла р. Білий Черемош.

Таблиця

Основні гігієнічні показники проб води басейну р. Білий Черемош за весняно-літній період 2012-2014 рр.

Дата	Місце відбору проби	Гігієнічні показники								
		Розчинний кисень (мг/дм <sup>3</sup> )	БСК-5 (мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> )	Окислюваність (мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> )	ХСК (мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> )	Завислі речовини (мг/дм <sup>3</sup> )	рН	Т °С води	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	Нітрити, мг/дм <sup>3</sup>
15.03. - 01.04	Злиття річок Перкалаби та Сарати	4,6	3,0	1,2	7,8	1,4	7,0	+7	0,4	1,0
15.08 - 01.09		4,4	3,2	1,4	8,0	1,5	6,8	+16	0,6	1,2
15.03. - 01.04	Гирло р. Яловичера (права притока)	4,5	4,5	2,0	12,3	2,0	6,8	+8	0,7	1,3
15.08 - 01.09		4,4	4,4	2,1	13,6	2,1	6,6	+17	0,8	1,6
15.03. - 01.04	Гирло р. Пробійна (ліва притока)	3,5	6,5	9,3	20,8	2,4	6,6	+8	0,7	1,4
15.08 - 01.09		3,0	6,9	9,5	22,5	2,5	6,5	+16	0,8	1,7
15.03. - 01.04	Гирло р. Б. Черемош в р-ні с. Устеріки	2,2	8,2	12,4	25,0	4,8	6,0	+8	0,9	1,8
15.08 - 01.09		2,0	8,8	14,7	28,5	5,0	5,8	+18	1,2	2,1

\* дані достовірні при значенні  $P \leq 0,05$

У верхів'ях басейну Білого Черемошу (район злиття річок Перкалаба та Сарата) вміст розчиненого кисню складав  $4,6 \text{ мг/дм}^3$ , а у районі гирла (пункт забору проб в с. Устеріки) він знижувався до  $2,0 \text{ мг/дм}^3$ .

Це пояснюється тим, що вниз за течією ріки має місце забруднення річкових вод змивами органічної природи з прибережної та водоохоронної зони, які розкладаються з використанням розчиненого у воді кисню. Зазначена тенденція істотно посилюється в період переходу від зимово-весняного до літнього сезону.

Ще одним дослідженням нами показником була окислюваність води. Перманганатна окислюваність – це кількість кисню (у міліграмах), що використовується для хімічного окислювання органічних та неорганічних речовин (сірководень, амонійні солі, нітрати та інші), що містяться у  $1 \text{ дм}^3$  води. Збільшення окислення у воді річок є прямим показником її забруднення. В нормі окислення води річок повинно бути меншим за  $5\text{--}6 \text{ мг/дм}^3$ . У верхній частині басейну р. Білий Черемош, в районі злиття потоків Перкалаба та Сарата, окислюваність становила  $1,2 \text{ мг/дм}^3$ , тоді як в середній частині даний показник зріс до  $9,3 \text{ мг/дм}^3$ , а у – гирловій частині він сягнув  $12,4 \text{ мг/дм}^3$ . В гирловій частині Білого Черемошу

спостерігається також чітка сезонна зумовленість показника окислюваності. Це пояснюється досить інтенсивним забрудненням річкових вод органічними речовинами, в першу чергу відходами деревини та побутовими скидами населених пунктів розміщених в басейні Білого Черемошу.

Проте, більш чітко уявлення про сумарну забрудненість вод дає інший показник, хімічне споживання кисню (ХСК) – кількість кисню, необхідна для повного окислення вуглецю, водню, сірки, азоту та інших речовин. За абсолютною величиною ХСК завжди перевищує БСК. В нормі цей показник не повинен перевищувати  $15 \text{ мг/дм}^3$  [3, 4, 10].

Показники перманганатної окислюваності тісно корелюють ( $r = 0,95$ ) з величиною ХСК. Розпочинаючи від меж населеного пункту Яблучниця, і вниз по течії, має місце чітко виражена тенденція зростання показника ХСК до величини  $28,5 \text{ мг/дм}^3$ , що майже вдвічі перевищує норму і, в свою чергу, свідчить про забруднення води та вказує на інтенсифікацію процесів гниття і розкладання решток.

Одним із дієвих методів зменшення органічного забруднення водотоків лісгосподарського району може служити утиліза-

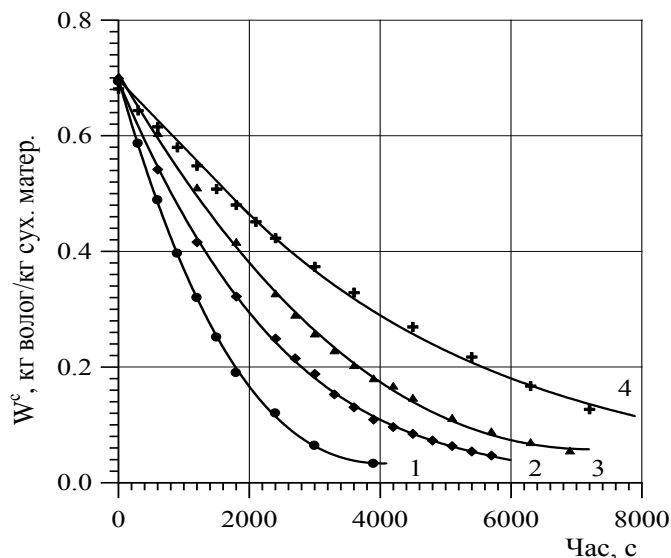


Рис. – Кінетика сушіння подрібненого матеріалу:  $T=95^{\circ}\text{C}$ ; висота шару: 1 – 10 см, 2 – 15 см, 3 – 20 см, 4 – 30 см.

ція відходів деревини. В процесі пресування тирси особливе значення має вологість сировини. Результати проведених нами експериментальних досліджень впливу температури теплового агенту на кінетику сушіння деревних відходів зображені на рис. 2. Дані

рисунку свідчать, що із збільшенням температури тривалість сушіння зменшується. При температурі теплового агенту -  $130^{\circ}\text{C}$ , вологий матеріал досягає кінцевої вологості 10 % за 4000 с, із температурою теплового агенту  $70^{\circ}\text{C}$  – за 6100 с. Процес сушки буде

залежати також від товщини шару волого матеріалу. У нашому випадку оптимальними параметрами є: висота нерухомого шару 15 см, а температура теплового агента 95 °С. Проведені нами дослідження дали змогу визначити оптимальний режим для технологічного процесу пресування гранул для відходів деревної сировини досліджуваного регіону.

### Висновок

Нагромадження в річковій мережі Покутсько-Буковинських Карпат відходів деревини призводить до різкого погіршення гідрохімічного режиму та основних гігієнічних показників гірської гідроекосистеми. Впровадження сучасних технологій утилі-

Раніше нами [7] було досліджено обсяги нагромадження в Чернівецькій області відходів деревини в процесі лісозаготівлі та лісопереробки і показано ефективність переробки відходів деревини шляхом отримання гранул (пелет) на реально діючому підприємстві на території Вижицького району.

зації відходів циклу переробки деревини може мати значну еколого-економічну ефективність та служити основою підвищення екологічної безпеки гірського лісгосподарського регіону.

### Література

1. Автоматический расчет U-критерия Манна-Уитни [Електронний ресурс]. Режим доступу: [www.psychol.ok.ru/statistics/manu-whitney/](http://www.psychol.ok.ru/statistics/manu-whitney/).
2. Ваганов І.І. Інженерна геологія та охорона навколишнього середовища / І.І. Ваганов, І.В. Маєвська, М.М. Попович. – Вінниця: Універсум, 2009. [Електронний ресурс]. Режим доступу - URL: <http://posibnyky.vntu.edu.ua/geologiya/12.1.htm>.
3. "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". - ДСанПіН 2.2.4-171-10.
4. Запольський А.К. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін та ін. - К.: Лібра, 2000. – 552 с.
5. Зеркалов Д. В. Экологическая безопасность. Хрестоматия / Д. В. Зеркалов. – К.: Основа, 2009. – 513 с.
6. Лабораторные исследования внешней среды / Под ред. А. В. Павлова. – К.: Здоровье, 1996. – 111 с.
7. Масікевич Ю.Г. Перспективи утилізації відходів деревини у Чернівецькій області / Ю.Г. Масікевич, А.Ю. Масікевич // Науковий журнал:

Екологічна безпека. – 2011. – вип. 2 /2011(12). – С.63-66.

8. Масікевич Ю. Г. Оцінка енергетичного потенціалу лісонасаджень Чернівецької області / [Ю. Г. Масікевич, В. Д. Солодкий, А. Ю. Масікевич, В. Ф. Моїсєєв] // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Х.: НТУ "ХПІ". – 2012. – №39. – С. 129-135.

9. Наукова бібліотека «Буковина»: Еколого-економічні проблеми використання водних ресурсів [Електронний ресурс]. Режим доступу. - URL: <http://buklib.net>.

10. Сніжко С. І. Гідрохімія та радіогеохімія річок і боліт Житомирської області / С. І. Сніжко, О. О. Орлов. – Житомир: Волинь, 2002. – 262 с.

11. Сосюрко Ю. В. Переработка отходов древесной биомассы в Украине // Энергоекология и экоэнергетика. — Режим доступу: <http://www.ecoenergy.ru/Articles/Article20.html>.

12. Шматько В. Г. Екологія та організація природоохоронної діяльності / В. Г. Шматько, Ю. В. Нікітін. – К.: КНТ, 2008. – 304 с.

Надійшла до редколегії 30.09.2013